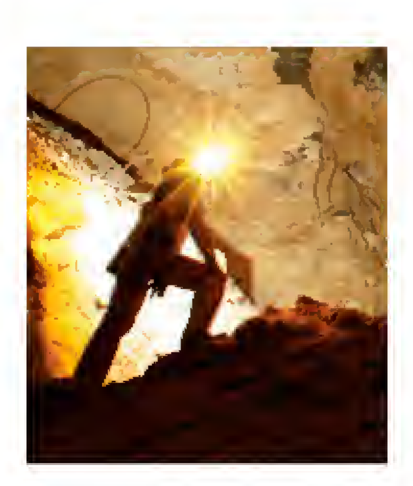


LAS CUEVAS DE MÉXICO: DIVERSIDAD SUBTERRÁNEA EN PELIGRO
PÁG. 8



PLANTAS UTILIZADAS EN LA MEDICINA TRADICIONAL Y SU IDENTIFICACIÓN CIENTÍFICA
PÁG. 12



NÚM. 62 SEPTIEMBRE DE 2005

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DEL JAGUAR EN LA REGIÓN DE CALAKMUL

"Agazapados bajo la sombra de una inmensa caoba observamos en silencio, maravillados, al jaguar. Sus amarillos ojos, misteriosos y profundos, nos miran intensamente. Lentamente se ha recuperando de la anestesia. Muy atento escucha, huele, observa. Es posible que seamos los primeros seres humanos con los que se haya encontrado. Trata de entender la situación".



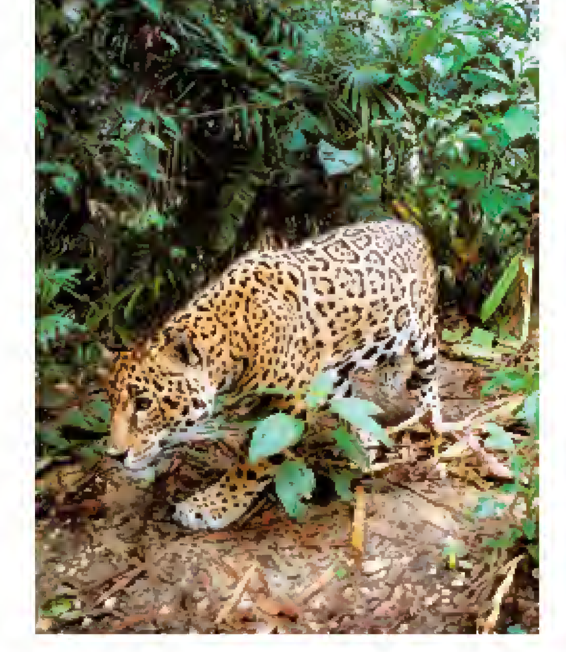
Gerardo Ceballos*, Cuauhtémoc Chávez*, Heliot Zarza* y Carlos Manterola**

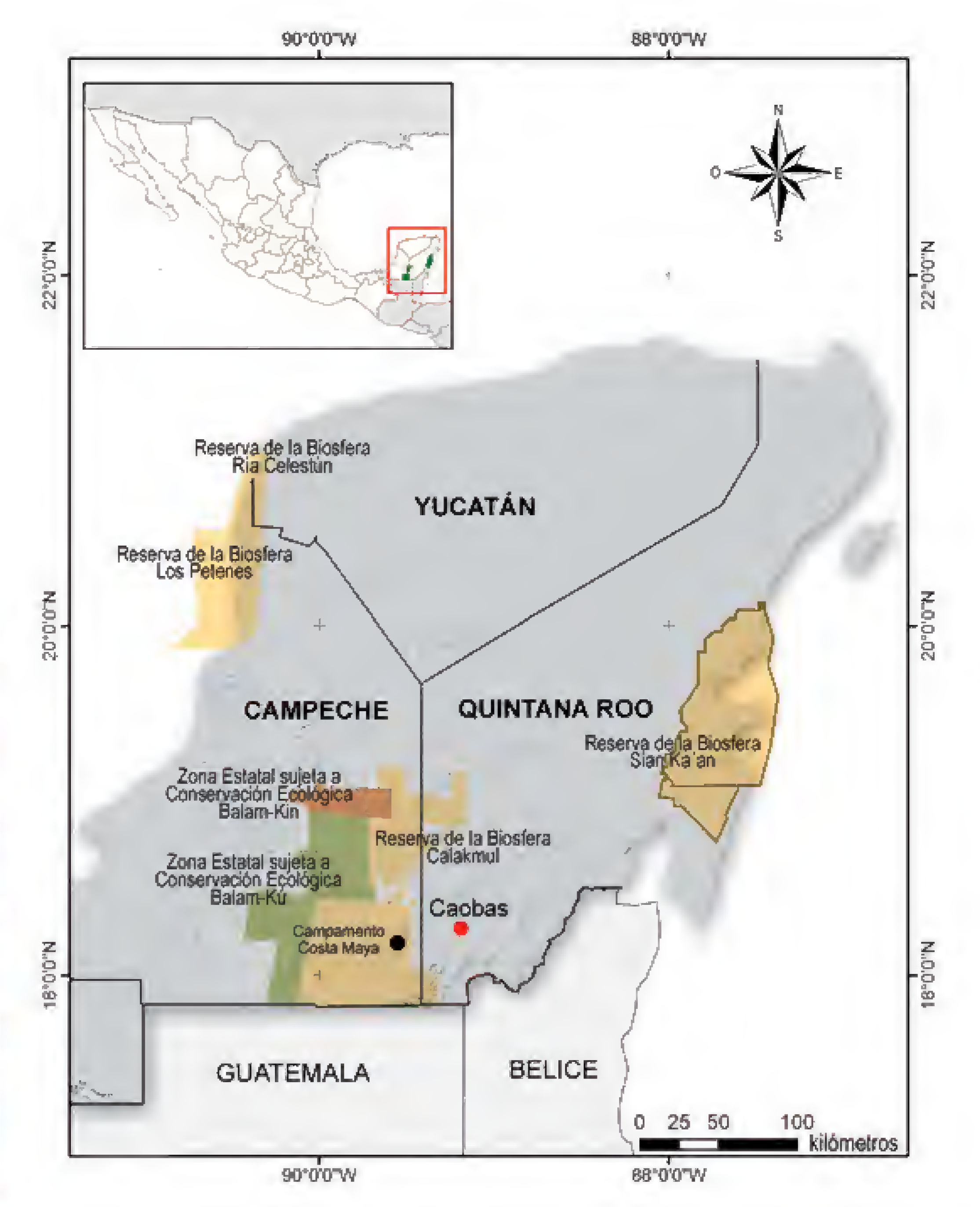
ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DEL JAGUAR EN LA REGIÓN DE CALAKMUL

"Hace un buen rato que se llevaron los perros, cuyos aullidos se alcanzan a escuchar a lo lejos. Súbitamente se incorpora, libre ya de los últimos efectos de la droga. En un instante brinca un gran tronco caído, sin hacer ningún ruido, a pesar de pisar la hojarasca seca. Imponente, nos mira por última vez, antes de desaparecer, majestuoso, entre la selva, en una escena que me será difícil olvidar. En ese momento me pregunto acerca de su futuro, sin poder imaginar siquiera lo que sería el mundo sin ésta y muchas otras especies en peligro de extinción, cuya sobrevivencia está exclusivamente en nuestras manos y de cuya existencia depende, paradójicamente, también la nuestra" (Ceballos, 2000).

Así describimos hace algún tiempo el encuentro con un jaguar en nuestro proyecto sobre la conservación de esta especie en la región de Calakmul, en Campeche y Quintana Roo, que empezó en 1997, con la participación del Instituto de Ecología de la UNAM, Unidos para la Conservación, Ecosafaris y Agrupación Sierra Madre. El jaguar (*Panthera onca*) es uno de los carnívoros más poderosos de México y sin lugar a dudas se cuenta entre los mamíferos más carismáticos. Sin embargo, se encuentra en riesgo de extinción principalmente por la destrucción de su hábitat y la cacería furtiva. Definir e instrumentar medidas encaminadas a evitar su extinción en México requiere información detallada sobre su ecología, y eso fue la motivación principal para empezar este estudio.

El trabajo de campo se lleva a cabo en las extensas selvas tropicales de la Reserva de la Biosfera Calakmul en Campeche y en el ejido forestal de Caobas en Quintana Roo (mapa 1), sitios contrastantes que elegimos para evaluar el efecto de la modificación del hábitat y otras actividades antropogénicas en la distribución y ecología del jaguar. ¿Cuál es la densidad y tamaño de la población de jaguares en esta región?; ¿qué territorio requiere un individuo para mantenerse?; ¿cuáles son los patrones de actividad estacionales y anuales?; ¿prefieren algún tipo de hábitat?; ¿cuáles son sus presas principales?; ¿cómo se sobreponen las presas principales del jaguar con las especies más usadas en la cacería de subsistencia de los pobladores locales?; ¿cómo influyen caminos y poblados en el uso del hábitat?; ¿qué se requiere para mantener una población viable de jaguar en esa región? Estas son algunas de las preguntas que queremos contestar con nuestro estudio.





Mapa 1: El sitio de estudio se encuentra en la región de Calakmul, Campeche, y Caobas, Quintana Roo. En esa región se encuentra la Reserva de la Biosfera Calakmul y dos reservas estatales (Balam-Kim y Balam-Ku) que en conjunto abarcan más de 1 200 000 hectáreas.

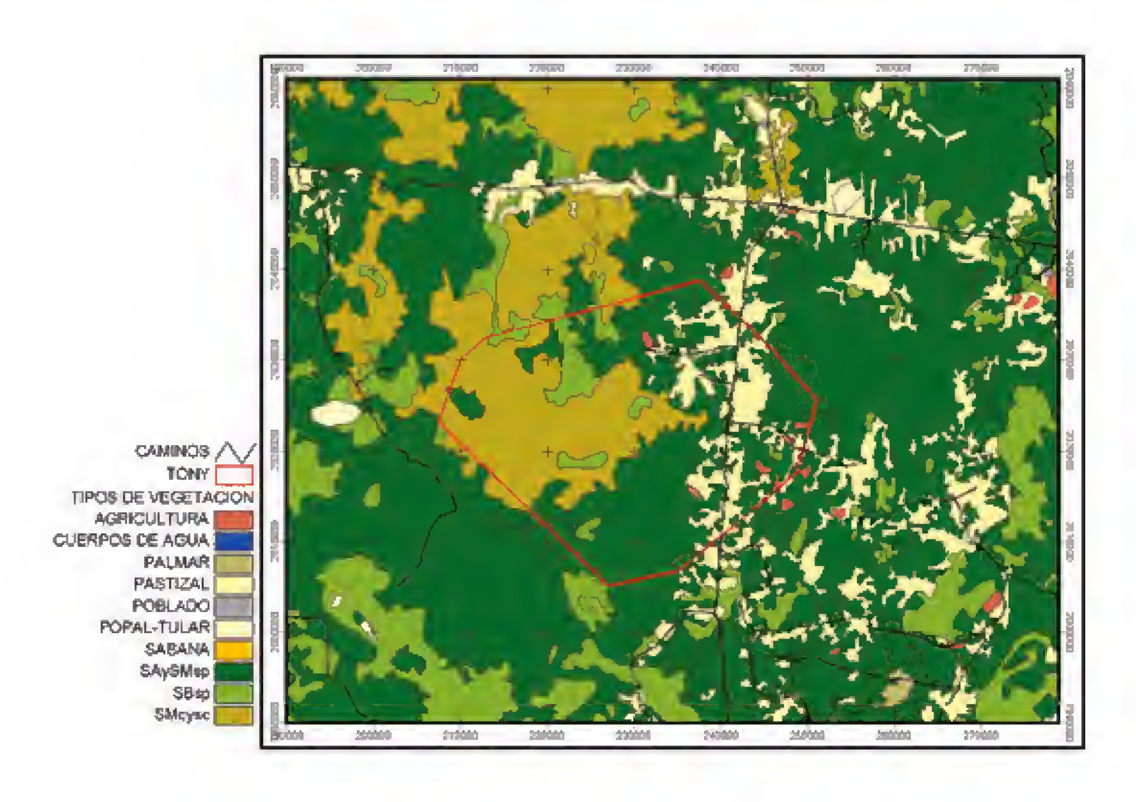
Jaguares, perros y collares

A pesar de grandes complicaciones logísticas, este estudio ha sido muy exitoso, ya que hemos logrado capturar más de 30 jaguares, lo que se debe entre otras cosas a la colaboración de individuos e instituciones especializadas en diferentes actividades. Por ejemplo, la captura es coordinada por Antonio Rivera, de Ecosafaris, que hace dos décadas se dedicaba a la cacería profesional de esta especie; la coordinación del proyecto por Unidos para la Conservación, y la investigación científica por el Instituto de Ecología. La captura es una de las etapas más interesantes del proyecto. Todo comienza a las 3:30 de la mañana, cuando se reanuda la vida en el campamento. Alistamos la jauría de sabuesos, que ansiosos aúllan sin parar. Después de un frugal desayuno nos adentramos en la selva siguiendo caminos viejos de terracería en dos o tres camionetas. Se sigue el recorrido por espacio de varias horas hasta que, si hay suerte, localizamos un rastro fresco de jaguar. Se sueltan los sabuesos, que después de una vigorosa carrera de varias horas entre la selva logran, en ocasiones, encaramar a un jaguar en un árbol. En ese momento se estima el peso del animal y se le tira un dardo con la dosis adecuada de anestesia. En 10 ó 20 minutos el jaguar está completamente dormido y podemos tomar muestras y medidas. Media hora después terminamos, con la colocación de un microchip para su identificación y un collar de telemetría satelital, con el que se obtiene la información sobre la actividad, uso de hábitat y movimientos.

Densidad y tamaño poblacional

La obtención de cientos de datos de telemetría ha permitido determinar que un individuo en la región requiere para sobrevivir entre 30 a 60 km^2. Hay, sin embargo, una gran variabilidad; por ejemplo, un macho al que llamamos Tony, se desplazó durante un año en un área de 1 000 km^2 (mapa 2); es decir, 100 000 ha. ¡Una gran extensión en verdad! Sin embargo, hay hembras que han desarrollado toda su actividad en un área de sólo 30 km^2 (3 000 ha) (mapa 3 y cuadro 1). En Belice, Venezuela y Brasil se han documentado territorios de entre 15 y 180 km^2 (Ceballos *et al.*, 2000; Medellín *et al.*, 2000). Las hembras en general ocupan áreas más pequeñas que los machos y el territorio de éstos generalmente se sobrepone al de varias hembras. Debido a la sobreposición en los territorios, la densidad del jaguar en Calakmul es de alrededor de un individuo por cada 15 km^2 (1 500 ha).

Nuestros resultados, que son los primeros datos sólidos del tamaño de población y densidad de jaguares en México, son alentadores. Estiman que la población total en la Reserva de la Biosfera Calakmul, con 723 000 ha, es de alrededor de 480 jaguares. Más interesante aún es que, con el territorio protegido de las zonas adyacentes sujetas a conservación ecológica



Mapa 2. Área de actividad de un jaguar macho (Tony) en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche.

de Balam-Kin (110 000 ha) y Balam-Ku (409 000 ha, mapa 1), el tamaño estimado de la población protegida es de 820 ejemplares. Sin lugar a dudas, ésta es una de las poblaciones protegidas más grandes en todo el continente.

Actividad y uso del hábitat

En Calakmul el jaguar es principalmente crepuscular y nocturno, y descansa la mayor parte del día a la sombra de un árbol o en alguna cueva. Al contrario de lo que esperábamos, su área de actividad es menor en la época de secas, ya que tienden a concentrarse en los lugares con disponibilidad de agua, en donde también se concentran sus presas. En la época de lluvias utilizan áreas de mayor extensión, ya que disponen de agua en abundancia y sus presas también se dispersan en extensiones mayores.

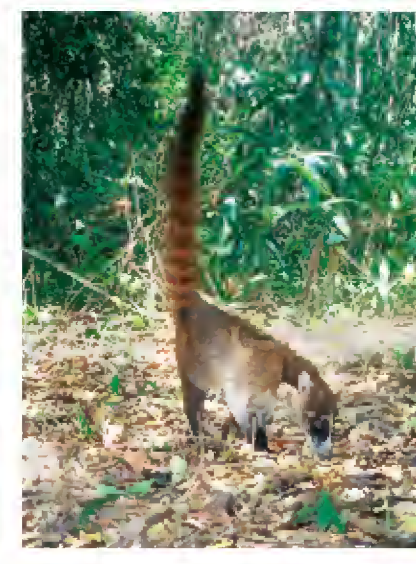
Con los datos de telemetría y un sistema de información geográfica hemos determinado las preferencias en el uso del hábitat del jaguar en la región. A pesar de que aparentemente se les encuentra en cualquier tipo de hábitat, utilizan de manera más frecuente las selvas medianas, que son las de mayor cobertura, seguidas de las selvas secas, y en menor grado de las sabanas y los acahuales; evitan potreros abiertos y campos de cultivo; la selva mediana sólo ocupa alrededor de 40% de nuestra área de estudio. Esta información ha permitido determinar la ubicación óptima de corredores biológicos en áreas ocupadas por selva mediana para conectar la reserva de Calakmul con la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an en Quintana Roo, y con las del Petén en Guatemala. La conservación exitosa de esos corredores biológicos tendría como resultado aumentar el tamaño de la población de jaguares en la región y su variabilidad genética, y reducir las probabilidades de extinción de la especie a largo plazo.

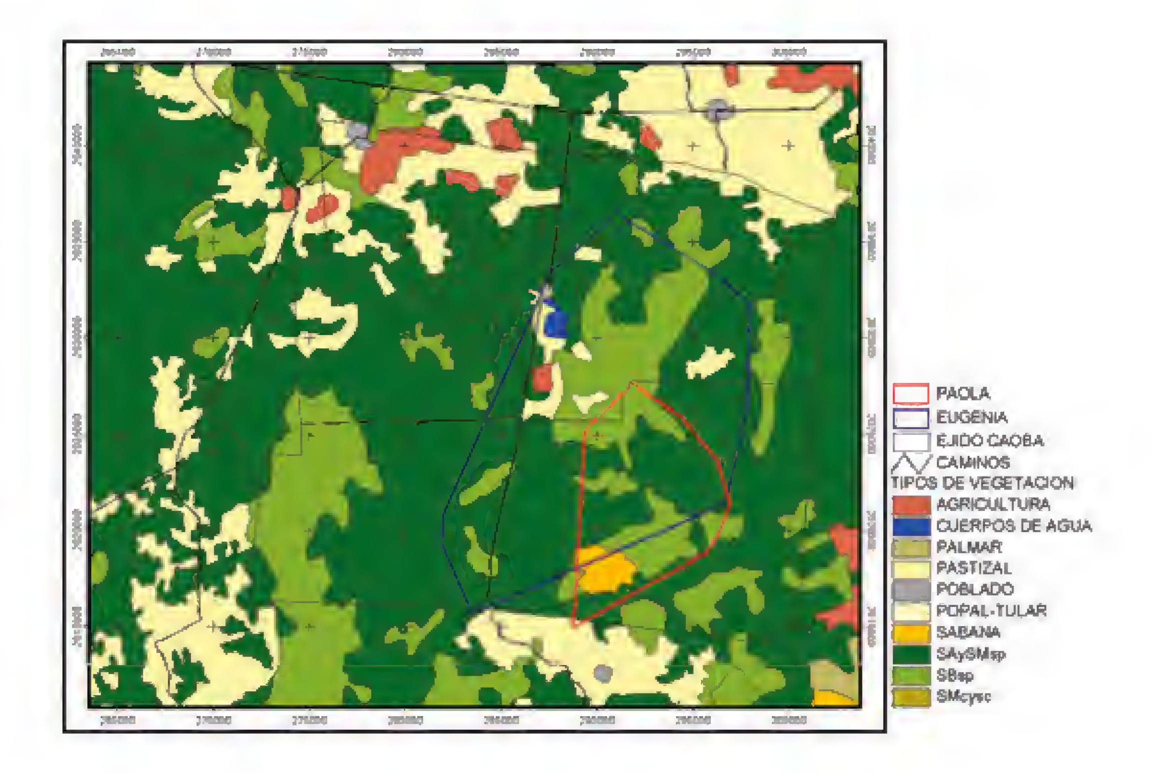
Presas

Para conocer la dieta y disponibilidad de presas usamos excretas colectadas en el campo y transectos, respectivamente, en un estudio dirigido por Miguel Amín. El primer paso en este proceso fue identificar correctamente las excretas del jaguar y del puma (*Puma concolor*), ya que éste ha sido un problema fundamental en la mayoría de los estudios, donde sólo se han identificado por su apariencia, lo que tiene severas limitaciones (Amín, 2004). Nosotros usamos una técnica llamada análisis de ácidos biliares fecales, que permitió identificar sin duda todas las muestras. La disponibilidad de presas se estimó mediante trayectos caminados a pie y el uso de cámaras fotográficas automáticas. En las cámaras y trayectos se registraron 23 especies de mamíferos y aves (Amín, 2004). Las especies más abundantes fueron venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), temazate (*Mazama pandora* y *M. americana*), tejón (*Nasua narica*) y armadillo (*Dasypus novemcinctus*). Entre las aves, la









Mapa 3. Áreas de actividad de dos jaguares hembras (Paola y Eugenia) en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche.

especie más frecuente es el hocofaisán (*Crax rubra*).

El análisis de pelo y hueso en las excretas reveló que el jaguar y el puma se alimentan de 21 especies de mamíferos, cuatro de reptiles y una de ave. El traslape entre las presas de ambas especies es muy alto, de 95%. Sin embargo, la proporción de las presas principales fue diferente (cuadro 2). El jaguar mostró preferencias por presas como el tejón y el tepezcuintle; el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*) y el armadillo fueron consumidos en proporción a su disponibilidad; en contraste, el serete (*Dasyprocta punctata*) fue consumido en menor proporción que la esperada. El puma consumió en mayor cantidad que su disponibilidad el tejón, en tanto que el armadillo, el tejón y el tepezcuintle se consumieron en proporción a su disponibilidad; por último, el sereque fue consumido en menor proporción que la esperada. El análisis de información adicional, que incluye la de las cámaras fotográficas, permitirá determinar con mayor precisión estos aspectos.

Las actividades humanas

Una de las fases más interesantes de nuestro estudio ha sido la identificación del efecto de las actividades humanas en la población del jaguar de Calakmul. La destrucción y fragmentación del hábitat, los caminos y poblados, la cacería furtiva, la cacería de subsistencia de sus presas y las enfermedades de animales domésticos causan efectos negativos severos en la población de jaguar.

La destrucción y fragmentación del hábitat del jaguar es, sin lugar a dudas, la mayor amenaza para su sobrevivencia a largo plazo. A pesar de que aún existen cientos de miles de hectáreas de selva en buen estado de conservación en la región de Calakmul y zonas aledañas en Quintana Roo, miles de hectáreas ya han sido deforestadas y las tasas de deforestación anual son altas. En la Reserva de la Biosfera Calakmul existen invasiones de ejidos a lo largo de su límite sur, en donde varios han penetrado a la zona núcleo. Frenar este acelerado avance de la frontera agrícola y pecuaria es el reto más importante a resolver en la región en las próximas décadas. Los ejidos forestales presentan una alternativa viable en este sentido; por ejemplo, en el ejido Caobas, en Quintana Roo, grande ha sido nuestra sorpresa el encontrar una gran diversidad de especies, incluyendo jaguar, tapir y pecarí de labios blancos, en las zonas con aprovechamientos forestales. Sin el incentivo forestal estas zonas ya hubieran sido convertidas en campos agrícolas, perdiendo su valor para la conservación. Nuestro trabajo refuerza un nuevo paradigma de la conservación, en donde zonas con impactos humanos pueden ser fundamentales para mantener una porción considerable de la diversidad regional, si tienen un manejo adecuado (Daily *et al*., 2003).

Nuestro trabajo ha mostrado también otras consecuencias gra -





Imágenes tomadas por cámaras fotográficas automáticas; de izquierda a derecha: temazate, ocelote, tejones, margay y tapir.

Cuadro 1. Áreas de actividad estimadas (km²) de jaguares y pumas en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, usando el método del polígono mínimo convexo (PMC; C. Chávez, obs. pers).

Individuo	Intervalo de días	PMC 100%
Hembras		
Sandra	335	59.7
Rica	645	84.9
Mitcha	237	31.7
Promedio		**58.7**
Machos		
David	147	27.5
Shoe	975	33.0
Tony	816	77.6
Promedio		**39.3**

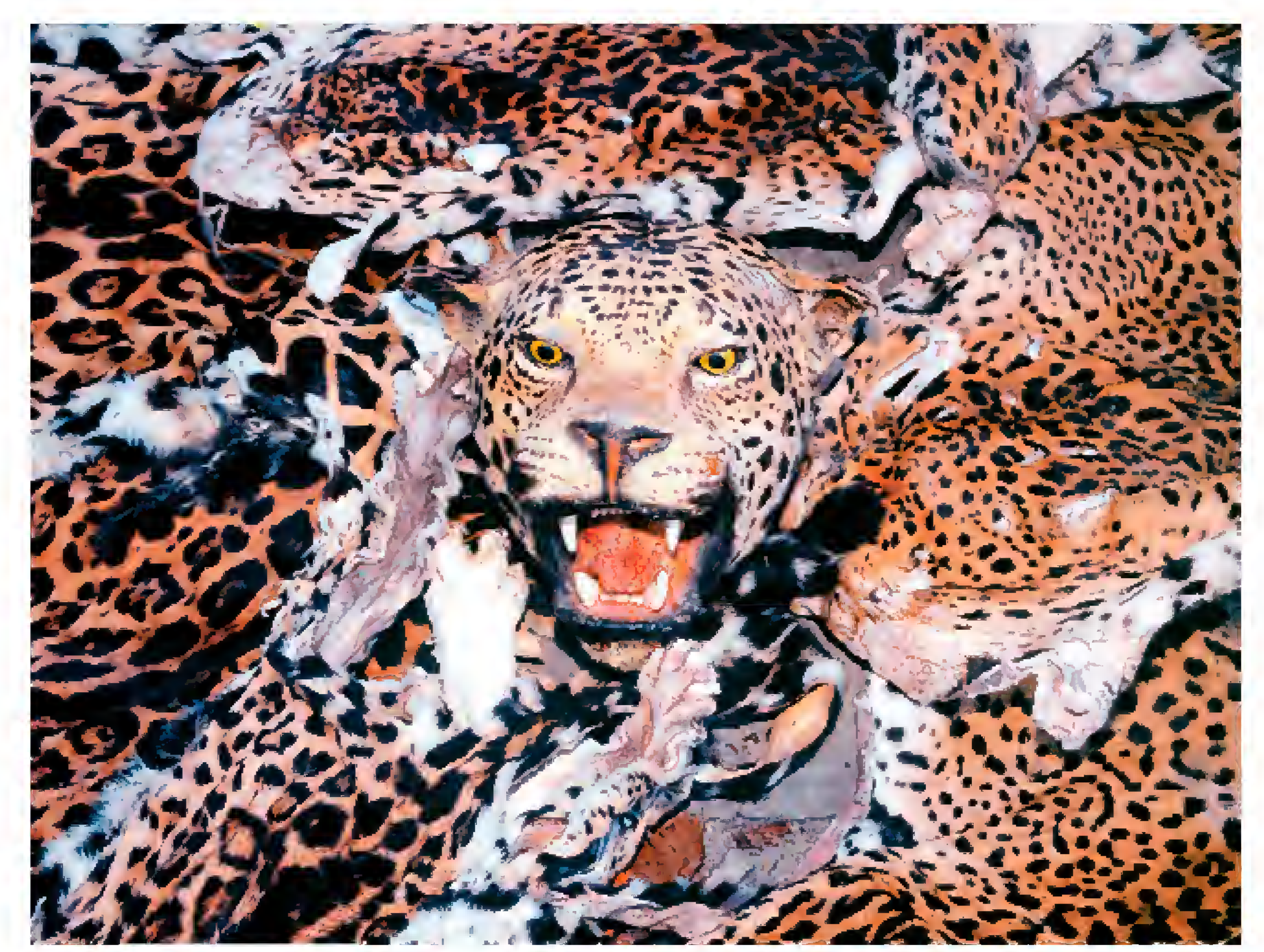
Cuadro 2. Selección de las principales presas de jaguar y puma en la Reserva de la Biosfera Calakmul (Amin, 2004). Ambas especies seleccionan de manera diferente a sus presas. Algunas presas fueron consumidas en mayor proporción a su disponibilidad, es decir que fueron preferidas (+), sobre las que fueron consumidas en menor (-) o en proporción similar (0) a su disponibilidad.

	Proporción en avistamientos (disponibilidad)	Proporción de uso	
Jaguar			
Dasypus novemcinctus	0.03	0.16	+
Dasyprocta punctata	0.34	0.16	-
Nasua narica	0.47	0.20	-
Cuniculus paca	0.03	0.25	+
Pecari tajacu	0.10	0.20	+
Puma			
Dasypus novemcinctus	0.07	0.15	0
Dasyprocta punctata	0.65	0.15	-
Cuniculus paca	0.07	0.49	+
Pecari tajacu	0.19	0.19	0

ves de las actividades humanas. Por un lado, hemos descubierto que las carreteras y los poblados tienen efectos negativos sobre la distribución espacial del jaguar, poco perceptibles con técnicas de estudio convencionales. Las carreteras y los poblados, además de fragmentar el hábitat, provocan que el jaguar use en menor proporción a la esperada ambientes aledaños a las mismas, aunque el hábitat se conserve en óptimas condiciones; las carreteras facilitan además el acceso a cazadores de jaguares y sus presas.

Por otro lado, la cacería de subsistencia y la cacería furtiva son dos problemas serios. Por ejemplo, en 2001 se decomisaron más de 25 pieles de jaguar a un taxidermista en Chetumal, lo que representa la población completa de una enorme área de aproximadamente 375 000 ha. Un efecto inesperado que es interesante destacar es el de la cacería de subsistencia, ya que las presas más intensamente buscadas por los cazadores de la región son también algunas de las presas más importantes para el jaguar. Es decir, la cacería de subsistencia afecta las densidades de jaguar de manera indirecta, ya que elimina sus presas y disminuye la capacidad de carga del ambiente. En áreas de mayor incidencia de cacería furtiva hay menos jaguares, aun cuando la cobertura vegetal sea adecuada.

La desaparición del jaguar de grandes extensiones del territorio nacional debe considerarse como el preludio de problemas ambientales severos. Sin embargo, a principios del nuevo milenio, la presencia de poblaciones viables en el sureste de México debe ser considerada como un signo de esperanza, frente a un horizonte ambien-



Pieles de jaguares decomisadas a un taxidermista en Chetumal en 2001.

© G. Ceballos

tal de gran incertidumbre. En este sentido la conservación del jaguar debe ser una prioridad para México, cuyo balance final dependerá, en gran medida, de las acciones que emprendamos ahora.

Agradecimientos

Agradecemos el financiamiento y apoyo al proyecto a Semarnat, Conacyt, PAPIIT (UNAM), Sierra Madre S.C., National Fish and Wildlife Foundation, Safari Club Foundation, Conabio, Conanp, Corredor Biológico Mesoamericano, Mattel, Kimberly Clark de México, Francisco Zavala, Miguel Amín, Melissa López, Sophie Calmé, Dalia Amor, Fernando Colchero y Stuart Pimm de la Universidad de Duke y en especial al Ejido Caobas.



Literatura citada

Amín, M. 2004. Patrones de alimentación y disponibilidad de presas del jaguar (*Panthera onca*) y del puma (*Puma concolor*) en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. Tesis de maestría, Instituto de Ecología, UNAM, México.

Ceballos, G. 2000. The vanishing jaguar: Lord of the Mexican jungles. *Voices of Mexico (UNAM)* **50**:102-104.

Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera y C. Manterola. 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, Mexico, pp. 403-481, en: R.A. Medellín, C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (eds.), *Jaguares en el nuevo milenio: una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. Universidad Nacional Autónoma de México-Wildlife Conservation Society, México.

Daily, G., G. Ceballos, J. Pacheco, G. Suzan y A. López. 2003. Countryside biogeography of neotropical mammals: Conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology* **17**:1-11.

Medellín, R.A., C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (eds.). 2002. *Jaguares en el nuevo milenio: una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. Universidad Nacional Autónoma de México-Wildlife Conservation Society, México.

* Instituto de Ecología, UNAM
gceballo@miranda.ecologia.unam.mx

** Conservation International, México
cmanterola@conservation.org

Roberto Rojo*

LAS CUEVAS DE MÉXICO: DIVERSIDAD SUBTERRÁNEA EN PELIGRO

Entrada a una cueva en Cuatrociénegas, Coahuila

México: su impresionante corazón

Internarse en las entrañas de la Tierra, descubrir pasajes y salones con miles de formaciones caprichosas, bajar por inmensos abismos dependiendo únicamente de una delgada cuerda y algunos aparatos, estar rodeado de agua, atravesar estrechos pasajes asfixiantes, observar seres extraños y ver la reconfortante luz al final del camino, son experiencias únicas. El mundo subterráneo aún permanece desafiante como una frontera más para la exploración.

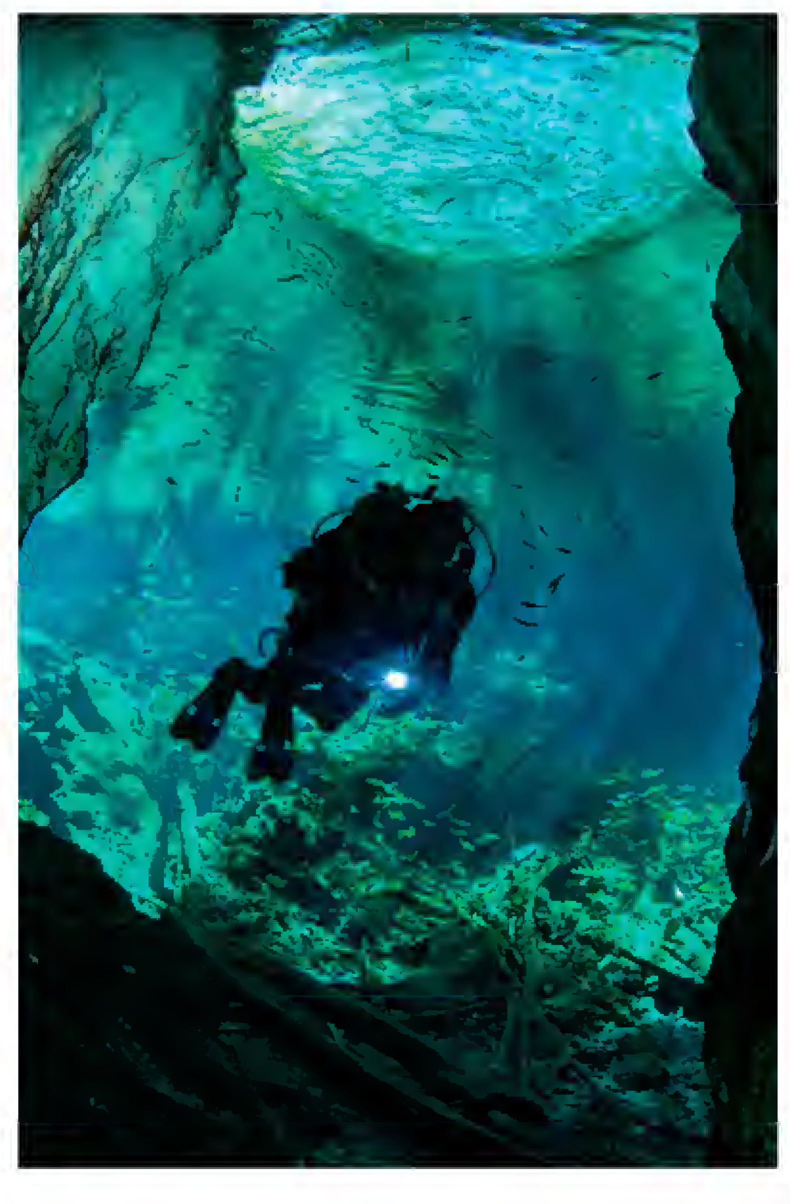
Apenas recientemente se encontraron las mayores cuevas de yeso en Argentina, se descubrió el tiro vertical más grande del mundo en Croacia central, con 520 m, y se llegó a una marca de profundidad en el sistema Voronja-Krubera, en la región de la república autónoma de Abjazia, que sobrepasa por primera vez en la historia la cota de los menos 2 000 m.

Cada año se encuentran cavidades desconocidas y, con ellas, cientos de especies nuevas que ahí habitan; sin embargo, la existencia de este vasto mundo hipogeo permanece ignorada por la mayoría de la gente. Como las cuevas son lugares que no están a la vista y su acceso generalmente requiere técnicas especializadas, el conocimiento y la difusión de estos sitios permanece como ellos: subterráneo.

En México, aproximadamente 20% del territorio nacional se compone de roca caliza, potencial formadora de cuevas, ya que debido a una reacción química ésta se disuelve tres veces más rápido que las demás rocas. No todas las cuevas se forman en caliza; de hecho, la gran diversidad de formas y tipos de cuevas que hay en nuestro país le han valido el mote de "Himalaya de las cuevas". Para seguir leyendo este artículo hay que ponerse casco y encender la lámpara, ya que veremos algunos tipos de cuevas, así como los peligros que enfrentan actualmente.

Sótanos

Los sótanos son agujeros en el suelo, producto principalmente de derrumbes en los techos de las grandes salas de las cavernas. En el estado de San Luis Potosí se encuentra el mundialmente famoso Sótano de las Golondrinas, que con sus 376 m de caída libre —como dos torres latinoamericanas una sobre la otra— es uno de los más profundos. Además, cada mañana presenta un espectáculo único. Miles de vencejos (*Streptoprocne zonaris*), que la gente llama golondrinas, dan vueltas en una espiral ascendente dentro del sótano, produciendo un rumor característico por sus vocalizaciones. Al salir se les puede escuchar cortando el aire



Iniciando una inmersión en una poza en Cuatrociénegas, Coahuila.

© La Venta, Exploring Team

cuando pasan, ya que son muy veloces.

Después de ellos salen varios grupos de loros verdes (*Aratinga holochlora*) y su color brillante resalta contra el fondo oscuro del abismo. Murciélagos y cientos de especies asociadas como arácnidos, escarabajos y ciempiés viven del guano producido por estos seres voladores. El espectáculo es increíble y por la tarde un río negro llega desde lo lejos en el cielo formando un enorme círculo sobre el sótano. Los vencejos bajan en picada a 120 kilómetros por hora. Alrededor, aves de presa surcan el aire esperando capturar su cena.

Existen imponentes sótanos, como el de La Lucha en Chiapas, de 200 m de profundidad, que alberga en su interior una especie de pez endémica de esa cueva (*Rhamdia laluchensis*). La Fosa de las Cotorras, también en Chiapas, tiene a la mitad de su tiro de 90 m una cueva con pinturas rupestres. El del Barro en Querétaro es el más profundo del país, con 450 m.

Cuevas fósiles

Se les llama cuevas fósiles a aquellas que ya no tienen un curso de agua activo que las siga formando. Algunas de ellas han sido habilitadas para el turismo como las famosas grutas de Cacahuamilpa, en Guerrero, exploradas desde 1835 y que cuentan con especies endémicas como el canclo, *Phrynus cacahuamilpensis*, la araña patona, *Pholcus cacahuamilpensis*, o la araña *Drassus cacahuamilpensis*, aunque algunos de ellos han cambiado de nombre. Como Cacahuamilpa existen muchas cuevas fósiles famosas, como las grutas de Juxtlahuaca, también en el estado de Guerrero.

Cuevas sumergidas y cenotes

La península de Yucatán es una gran placa formada principalmente de roca caliza que se eleva en promedio 30 m sobre el nivel del mar. Hace miles de años el nivel de los océanos era más bajo que el actual, pero después de las últimas glaciaciones del Pleistoceno aumentó, sumergiendo las cuevas que se habían formado. Por eso se pueden encontrar estalactitas en las cavidades subacuáticas de la península.

Allí casi no hay corrientes superficiales porque el agua se filtra y corre por ríos internos; cuando el techo de una bóveda sucumbe se forman cenotes de espectacular belleza, que fueron el escenario de rituales de la cultura maya durante cientos de años. El sistema Ox Bel Ha, junto con las cuevas Ayim y Yax'chen, en Quintana Roo, es el mayor sistema de cuevas sumergidas en el mundo, con una longitud total de 133 400 m, totalmente bajo el agua.

Viaje al centro de la Tierra

Tenemos por lo menos nueve cuevas de más de 1 000 m de profundidad; el Sistema Cheve, con 1 484 m, es la cueva más profunda del continente americano. Existen en México verdaderos laberintos dignos de ser habitados por un minotauro, como los que se encuentran en el sistema Cuetzalan, en Puebla, o el sistema Purificación, en Tamaulipas, así como hermosas travesías, en las que se entra por un extremo de la cueva y se sale por el otro, generalmente siguiendo un curso de agua, como



Bóveda mayor de las grutas de Cacahuamilpa, Guerrero.

© Alejandro Boneta



Murciélagos zapoteros (*Artibeus jamaicensis*), Los Tuxtlas, Veracruz.

© Alejandro Boneta

en el caso de los ríos subterráneos Chontalcoatlán y San Jerónimo en Guerrero o la travesía más técnica de Acahuizotla en el mismo estado o el Chorreadero en Chiapas.

Cuevas únicas

Hay cuevas en nuestro país con características únicas, como las que poseen enormes cristales de cuarzo de hasta 1.5 m de alto, en Chihuahua, o las formadas por bacterias quimiolitotróficas, como la cueva de Las Sardinas en Villa Luz, Tabasco, que tiene grandes colonias de bacterias del género *Beggiatoa* y que obtienen su alimento, sulfuro de hidrógeno, de las rocas. Estos seres se agrupan en formaciones mucosas excepcionales llamadas "mocotitas". Poco a poco contribuyen a formar la cueva alimentándose de la roca. Además ayudan a mantener una población grande de peces (*Poecilia mexicana*) que las ingieren cuando gotea una mocotita del techo. El moco que producen estas bacterias es incluso más ácido que el líquido de las baterías de los automóviles.

También existen cuevas que albergan impresionantes colonias de cientos de miles de murciélagos en Nuevo León y Campeche.

No todas las cuevas tienen su génesis en rocas calizas. Los tubos de lava del Suchiooc, en Morelos, tienen un total de más de 25 km repartidos en unas 20 cuevas distintas. Dos de ellas, el Ferrocarril y la Iglesia, ocupan los primeros lugares entre los mayores tubos de lava de América.

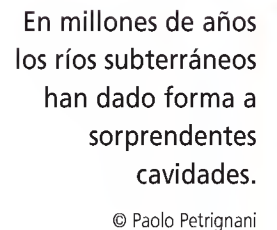
Estos son sólo algunos ejemplos de las más de 7 000 cavernas que potencialmente alberga nuestro país, muchas de ellas aún no exploradas.

Importancia de las cuevas

En su mayoría, las cuevas se encuentran en zonas cársticas; éstas funcionan como verdaderas esponjas captadoras de lluvia. Según la UNESCO, en el año 2015 aproximadamente 80% del agua potable del mundo provendrá de áreas cársticas; conocerlas y conservarlas es, pues, una necesidad imprescindible.

Las cuevas son lugares aislados, por lo que cuentan con un índice impresionante de endemismos. Son, en pocas palabras, laboratorios naturales de la evolución. Las únicas especies de tarántulas cavernícolas en el mundo (*Hemirraghus* spp.) son mexicanas, así como muchas más de peces, colémbolos y crustáceos, entre otras.

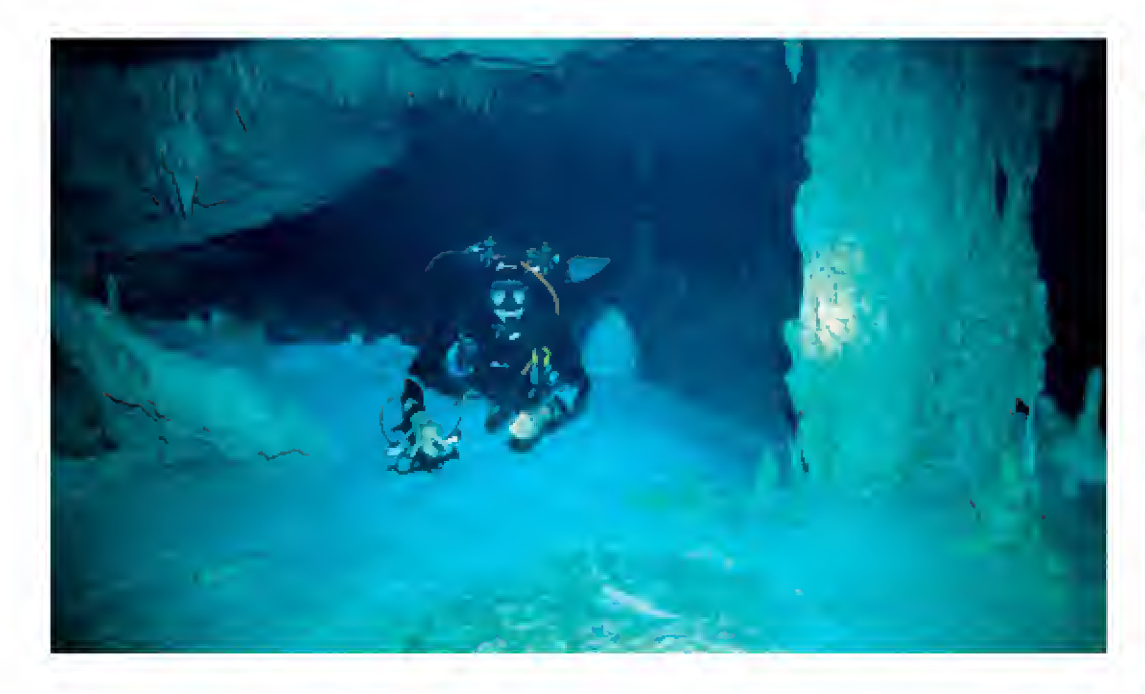
Las especies que viven allí pueden aportar beneficios enormes al ser humano, como por ejemplo los murciélagos, quienes polinizan miles de especies de plantas y ayudan a la dispersión de las semillas. Las especies insectívoras ayudan al control de plagas y a mantener las poblaciones de insectos en las selvas. Una colonia grande de murciélagos puede consumir hasta 200 toneladas de insectos del tamaño de un mosquito ¡en una noche!

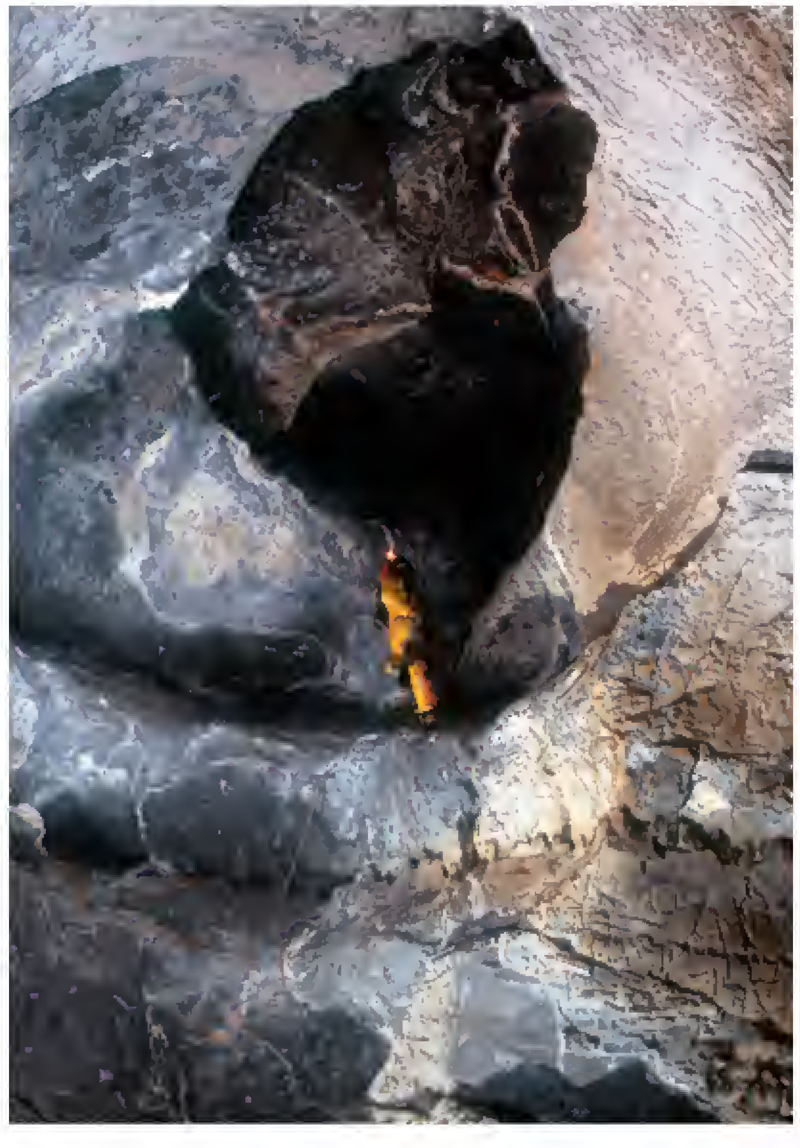


En millones de años los ríos subterráneos han dado forma a sorprendentes cavidades.

© Paolo Petrignani







Un buzo explora un cenote en la península de Yucatán.

© Pablo Cervantes

Exploración en una cueva de la Sierra Madre Oriental.

© La Venta, Exploring Team

Las cuevas en peligro

Los cambios en el uso del suelo como la tala de bosques y selvas para convertirlas en campos de cultivo o pastizales para el ganado dejan al descubierto la entrada de las cuevas exponiéndolas directamente a la insolación y provocan la pérdida de humedad en esta parte tan importante, llevando a las especies a la deshidratación y obligándolas a emigrar o morir. Generalmente los árboles que fueron cortados obstruyen el paso natural del agua y forman represas que en lluvias torrenciales no soportan y ceden, desencadenando inundaciones catastróficas para los seres que viven dentro. Al no haber árboles hay más erosión del suelo, con el consecuente aporte de material extra que desemboca en las cuevas alterando irreparablemente su frágil ecosistema. Esto no sucedía antes porque las raíces de los árboles evitaban que se perdiera el suelo.

La urbanización es otra gran amenaza para las cuevas. Las oquedades que están cerca de ciudades y pueblos se convierten en verdaderos basureros, ya que la gente las ocupa para deshacerse de sus desperdicios. Para estas personas las cuevas no son más que "hoyos que hay que tapar". El que estos sitios estén llenos de basura lleva a una contaminación del sistema en su conjunto. El agua que allí llega tiene que salir por otra parte en donde la gente beberá de ella sin saber que ya va contaminada. Estas descargas de contaminantes afectan de manera letal las delicadas formas de vida existentes en los sistemas subterráneos.

La ignorancia es tal vez el peor mal que afecta a las cuevas; la gente teme a los murciélagos por ser seres extraños que viven en la oscuridad. Esto ha llevado a matanzas terribles en las que se prende fuego a colonias enteras de estos importantes animales, dejando una cueva vacía y estéril. Muchas personas entran a las cuevas sin ningún respeto y destruyen formaciones milenarias, matan animales y contaminan los cuerpos de agua internos. El mal manejo de las cuevas también deteriora su riqueza; la entrada de grandes grupos de personas perturba a las especies que allí viven y los sistemas de iluminación intensos alteran el ambiente general de la cueva.

Conservación de cavernas

Por ser lugares poco conocidos, hasta hace poco las cuevas no figuraban en los planes de conservación, aunque han existido intentos aislados para protegerlas. En México, la Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas (UMAE) propuso en 1995 que se incluyeran las cavernas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, lo cual fue aceptado y publicado en la *Gaceta Ecológica* (artículo 55) del Instituto Nacional de Ecología de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap).

Se han elaborado códigos de ética para visitar las cavernas y existen ya algunos libros sobre su manejo y explotación turística, pero falta aún mucho por hacer; lo importante es que se estén dando los primeros pasos. El camino es largo y hay que realizar inventarios y levantar topografías; es urgente que las autoridades comprendan su importancia, y lo más importante: que la sociedad sea consciente del enorme patrimonio que tenemos y que hay que proteger a toda costa… antes de que sea demasiado tarde.

Referencias

Cano, Z., y J. Martínez. 1999. *Las cuevas y sus habitantes*. Fondo de Cultura Económica (La ciencia para todos, 181), México.

Hoffmann, A., J.G. Palacios-Vargas y J.B. Morales-Malacara. 1986. *Manual de bioespeleología: con aportaciones de Morelos, Guerrero y México*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

* Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal, Quintana Roo.
chibebo@yahoo.com

Susana Ocegueda*, Elizabeth Moreno* y Patricia Koleff*

PLANTAS UTILIZADAS EN LA MEDICINA TRADICIONAL Y SU IDENTIFICACIÓN CIENTÍFICA

En México alrededor de 4 000 especies de plantas con flores (aproximadamente 15% de la flora total) tienen atributos medicinales, es decir que más o menos una de cada siete especies posee alguna propiedad curativa. Sin embargo, se estima que la validación química, farmacológica y biomédica de los principios activos que contienen se ha llevado a cabo sólo en 5% de estas especies. Los antiguos pobladores de nuestro territorio desarrollaron una de las herbolarias más complejas del mundo, debido a la riqueza cultural y étnica que alcanzaron; así pues, desde tiempos prehispánicos diferentes grupos étnicos han usado plantas con fines medicinales. Dan cuenta de ello con amplitud la *Historia Natural de la Nueva España* (1571-1577), de Francisco Hernández, y los códices Florentino y de la Cruz-Badiano.

Códice Florentino.

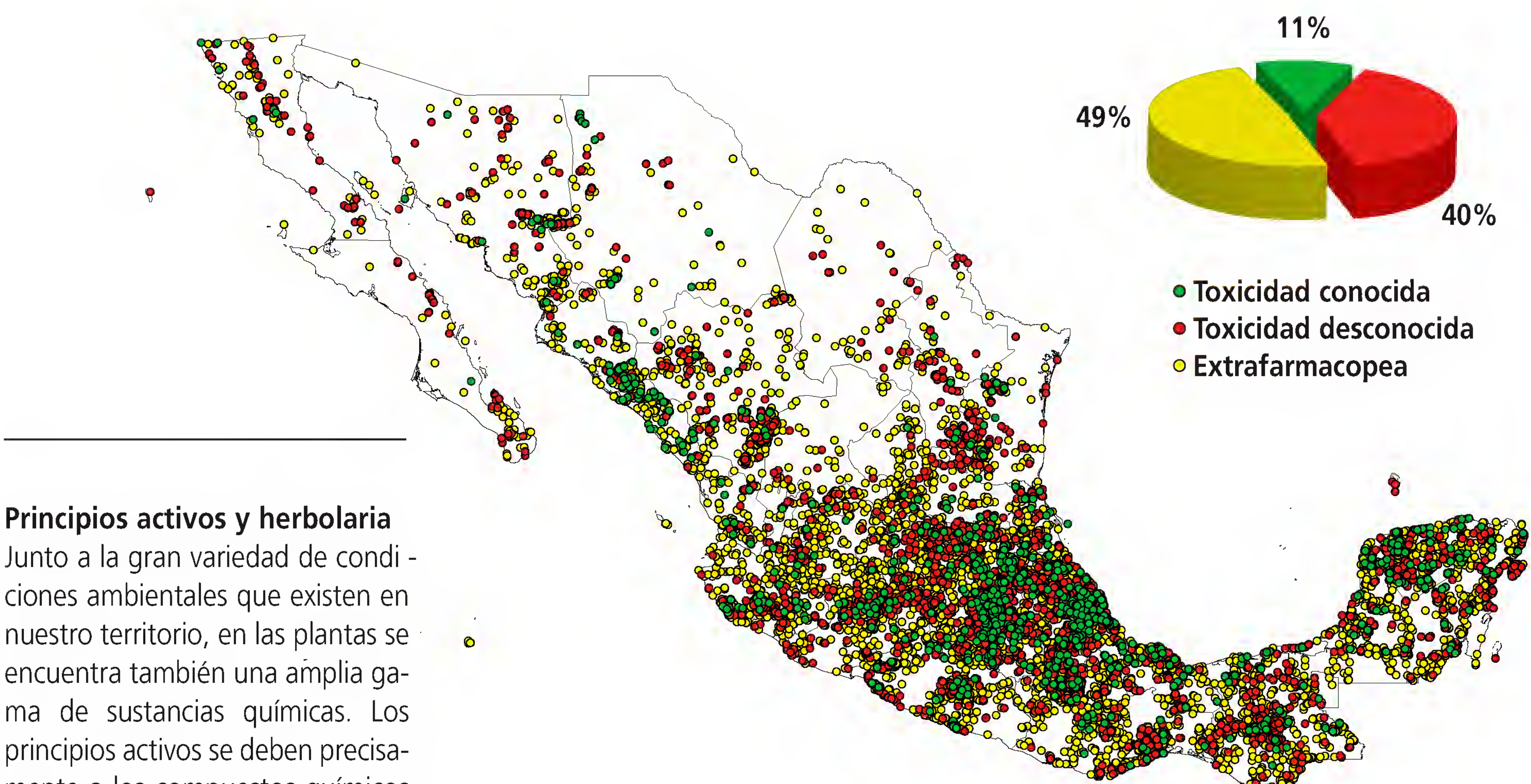


Las primeras clasificaciones botánicas tenían fines prácticos o utilitarios; se agrupaba a las plantas como "frías" o "calientes" en función de algunas de sus propiedades farmacológicas que curaban los "males de naturaleza contraria". Hasta antes de Linneo, las mismas especies de plantas se conocían con nombres diferentes, ya que no existía un método que pudieran seguir todos los botánicos para denominarlas. Los nombres de las plantas consistían en una serie de términos que las caracterizaban mediante una frase descriptiva (nomenclatura polinominal). A medida que se descubrían nuevas especies los nombres se convertían en largas oraciones de muy difícil manejo, lo que producía confusión aun entre los botánicos.

Con la publicación, en 1753, de *Species Plantarum* de Carlos Linneo, la obra de botánica más extensa e importante del siglo XVIII, se desarrolló la nomenclatura binomial, que pronto se convirtió en el sistema utilizado por lo científicos para nombrar las especies, y se adoptó el latín como idioma universal en la nomenclatura biológica.

Los nombres científicos, a diferencia de los comunes, son universales y no están restringidos a una región en su lengua local. Muchas plantas, generalmente de amplia distribución o de uso extendido y por tanto muy conocidas, pueden tener más de una docena de nombres comunes. Por otra parte, dos o más especies de plantas, incluso no emparentadas o totalmente diferentes, pueden tener el mismo nombre común; en contraste, de muchas especies, en particular las que no tienen un uso directo o las que son raras o poco conocidas, no se conoce ningún nombre común específico.

El conjunto de principios y reglas de nomenclatura para las plantas se describen formalmente en el *Código Internacional de Nomenclatura Botánica* (CINB).



Registros de especímenes de especies registradas en la *Farmacopea herbolaria*, cuyos datos han sido integrados de 108 proyectos y cerca de 40 000 registros que forman parte del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).

Principios activos y herbolaria

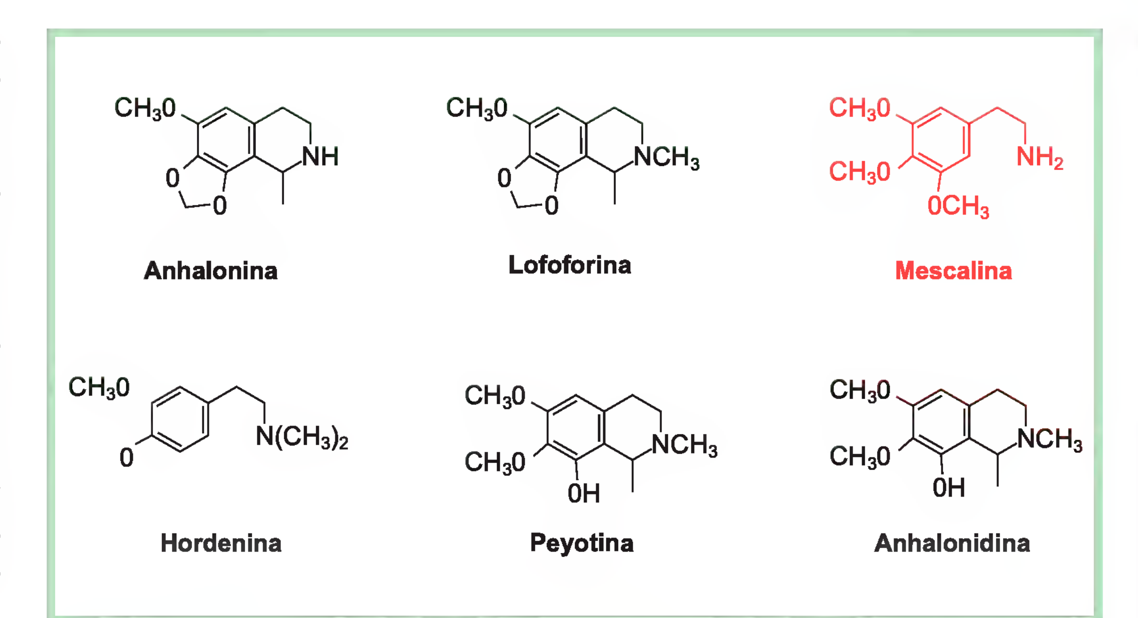
Junto a la gran variedad de condiciones ambientales que existen en nuestro territorio, en las plantas se encuentra también una amplia gama de sustancias químicas. Los principios activos se deben precisamente a los compuestos químicos de algunas plantas que las hacen útiles como medicamento, y pueden encontrarse en todo el individuo o sólo en algunas de sus estructuras. Su concentración y calidad dependen de diversos factores como la edad del organismo, el clima, la época del año, el tipo de suelo y la humedad, entre otros. Se sabe, por ejemplo, que las plantas muy jóvenes o muy viejas tienen menor concentración de principios activos; que los suelos ácidos favorecen a las plantas productoras de alcaloides y que la humedad del suelo tiene un efecto directo sobre la concentración de estos compuestos. Una sola planta medicinal puede contener de ocho a 10 principios activos, lo que indica la complejidad y riqueza bioquímica que existe en la naturaleza. Estos compuestos químicos se extraen por diferentes procedimientos. Para que una planta conserve sus propiedades medicinales se deben respetar ciertas reglas de recolección, desecación, almacenamiento y finalmente de presentación como infusiones, extractos o cápsulas, entre otras.

La herbolaria hace referencia al conocimiento y uso terapéutico adquirido a lo largo del tiempo para el reconocimiento de plantas cuyos componentes activos son utilizados en el tratamiento de enfermedades, así como la receta o las dosis que deben utilizarse. Asimismo, se refiere al estudio científico de las plantas reconocidas en la medicina tradicional, como lo muestra la *Farmacopea herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos*, publicada en 2001 por la Secretaría de Salud. Este documento tiene como propósito establecer los lineamientos oficiales relacionados con el control de calidad, destinados a asegurar la idoneidad de las plantas utilizadas, haciendo especial énfasis en su identidad (nombre científico) y optimización. Además, trata de establecer los métodos de análisis y especificaciones técnicas que deberán cumplir las plantas y los derivados de ellas utilizados en la elaboración de medicamentos y remedios herbolarios, contribuir al mejoramiento de la calidad de los productos y a su uso adecuado, así como difundir y promover el potencial terapéutico de la flora de México.

Sin embargo, la lista de especies de uso tradicional incluidas en la farmacopea herbolaria mexicana corresponde tan solo a cerca de 1% del total de la flora de México. Las categorías que comprende esta obra son:

Especies con toxicidad desconocida. Especies sobre las cuales no existen datos de toxicidad y son consideradas seguras en términos generales. La ausencia de datos de toxicidad no necesariamente indica que carezcan de efectos indeseables, pues es posible que éstos se detecten cuando la planta sea objeto de un uso más sistemático y se establezcan programas de farmacovigilancia.

Especies de toxicidad conocida. Especies que por su contenido en principios activos presentan con certeza alguna toxicidad. Por la frecuencia con la que producen efectos indeseables han sido abordadas en la literatura médica y toxicológica. Un ejemplo de este grupo es una planta conocida popularmente como "toloache" (*Datura stramonium*, de la familia Solanaceae), utilizada en la medicina tradicional como peligroso ingrediente de los "filtros de amor" e hipnótico; es característica de las regiones tropicales y templadas de América del Norte, sobre todo de México. Su toxicidad se debe principalmente a sus principios activos: hiosciamina y escopolamina, alcaloides muy tóxicos localizados en todas las partes de la planta. Los efectos del envenenamiento que provoca son graves, siendo sus víctimas principales niños que por accidente han ingerido sus frutos. Sin embargo, de esta especie también se reconocen usos terapéu-



Ejemplo de principios activos en las especies conocidas como peyote (género *Lophophora*), las cuales son ricas en alcaloides. A la fecha se han aislado más de 50, entre ellos peyotina, anhalina, anhalonidina, anhalinina, anhalonina y lofoforina. El más importante de ellos es la mescalina.

ticos, ya que con las hojas se elaboran cigarros antiasmáticos, además de ser materia prima para la extracción de alcaloides.

Especies de uso etnobotánico (extrafarmacopea). Especies de uso etnobotánico y con identificación botánica, no incluidas aún formalmente en la farmacopea, pero susceptibles de ser anexadas a ésta. Son necesarios estudios que permitan una mejor caracterización de su potencial medicinal y sobre su eficiencia e inocuidad.

Contexto actual

De acuerdo con estadísticas de la OMS, las plantas son utilizadas por 80% de la población mundial para satisfacer o complementar sus necesidades médicas. Se estima que anualmente en todo el mundo se facturan 60 000 millones de dólares por concepto de comercialización de medicinas de patente elaboradas con plantas medicinales. La OMS reconoce que no existe un marco jurídico internacional que regule el acceso a las plantas mismas y su uso racional, ni la seguridad, eficacia y calidad de sus principios activos, pues a pesar de que persiste un arraigado uso de la medicina tradicional, su aplicación ha superado fronteras ancestrales de países y culturas.

Por otro lado, existe el concepto de "microdosis" de plantas, que son cantidades muy pequeñas de principios activos que usan una solución como vehículo y que logran efectos similares a los de la medicina alopática sin otros colaterales indeseables, pero no son tan populares porque no representan ganancias tan altas para la industria farmacéutica, ya que esta alternativa podría reducir de 500 a 5 000 veces el precio de un producto.

Ante la carencia de medicamentos en los principales centros de seguridad social en el país, estas opciones no pueden ser desligadas de una validación académica y médica, reguladas por la Secretaría de Salud. A pesar de existir información sobre el tema, hace falta su adecuada integración, pues falta completar y fortalecer la que aparece en la *Farmacopea herbolaria*. Es fundamental mantener un banco de datos actualizado de las plantas medicinales de nuestro país, con información de calidad verificada por especialistas, que pueda ser consultado por diferentes sectores de la sociedad y que sirva para la toma de decisiones y la planeación de estrategias de salud alternativa. Un elemento útil de ese sistema son los catálogos nomenclaturales que contengan el nombre científico (como eje principal), sus sinónimos, nombres comunes y usos por región, lengua, principios activos, propiedades terapéuticas y dosis recomendadas, entre otros aspectos.

* Dirección Técnica de Análisis y Prioridades, Conabio.

ALGUNOS EJEMPLOS DE PLANTAS MEDICINALES

Gordolobo. Las plantas conocidas con el nombre común de "gordolobo" (*Gnaphalium* spp.) contienen principios activos que las hacen útiles como expectorantes. No obstante, a finales de los años setenta, un gordolobo mal identificado ocasionó la muerte de varios inmigrantes en el sur de Estados Unidos, pues varias familias de origen mexicano, fieles a sus tradiciones, consumieron un té comercial conocido como "gordolobo" (*Gnaphalium oxyphyllum*), cuando en realidad se trataba de otra hierba (*Senecio longilobus* o *S. douglasii* var. *longilobus*) que les causó una epidemia de hepatitis medicamentosa y en otros casos cirrosis hepática. Algunos estudios reconocen que los daños al hígado pueden permanecer hasta por 20 meses después del consumo de esta planta.





Sangre de grado. Con el nombre común de "sangre de grado" se reconocen las especies *Croton draco* y *Jatropha dioica* var. *sessiliflora*, ambas pertenecientes a la familia Euphorbiaceae. De cada una de ellas se utilizan partes diferentes para uso medicinal: el látex en *C. draco* y el tallo en *J. dioica* var. *sessiliflora*. De ambas especies se conocen atributos medicinales similares, siendo el principal la cicatrización de heridas. Sin embargo, difieren en otros tratamientos como resfriado, gripe y diarreas, para las que se hace uso de *C. draco*, mientras que *J. dioica* var. *sessiliflora* es útil para evitar la caída del cabello y eliminar la caspa. A pesar de tratarse de especies distintas, la confusión entre ellas no implica riesgo en su uso para los tratamientos especificados. Por otro lado, con este mismo nombre común se conocen más de una docena de especies distintas con una gran variación morfológica y que incluso no se encuentran emparentadas, pues no todas pertenecen a la familia Euphorbiaceae, como *Pterocarpus acapulcensis*, *P. officinalis* y *P. orbiculatus*, de la familia Leguminosae, así como *Potentilla rubra*, una Rosaceae.



Anís de estrella. Las especies *Illicium verum* e *I. anisatum* son conocidas como "anís de estrella". Los frutos de esta planta se han usado por años en México para el tratamiento de los cólicos en lactantes. El principio activo que disminuye esta afección es el anetol o aceite esencial del anís, que es idéntico al del anís común o anís verde (*Apium anisum*), utilizado en repostería, como licor y como esencia. No obstante, el anetol encontrado en las especies del género *Illicium* es más concentrado que el del anís verde. Si se prepara en té, es suficiente con dos o tres frutos "estrella" por taza, dosis menor que la necesaria del "anís verde".

En la década de 1960 se reportaron algunos casos clínicos en lactantes que manifestaron síntomas de convulsiones. El consumo de bebidas alcohólicas que se preparan con la esencia de anís de estrella en lugar de la esencia del anís común o verde puede provocar envenenamientos. Con el paso del tiempo se han realizado más estudios y está comprobado que, en dosis elevadas, el principio activo (anetol) tiene efectos tóxicos sobre el sistema nervioso.

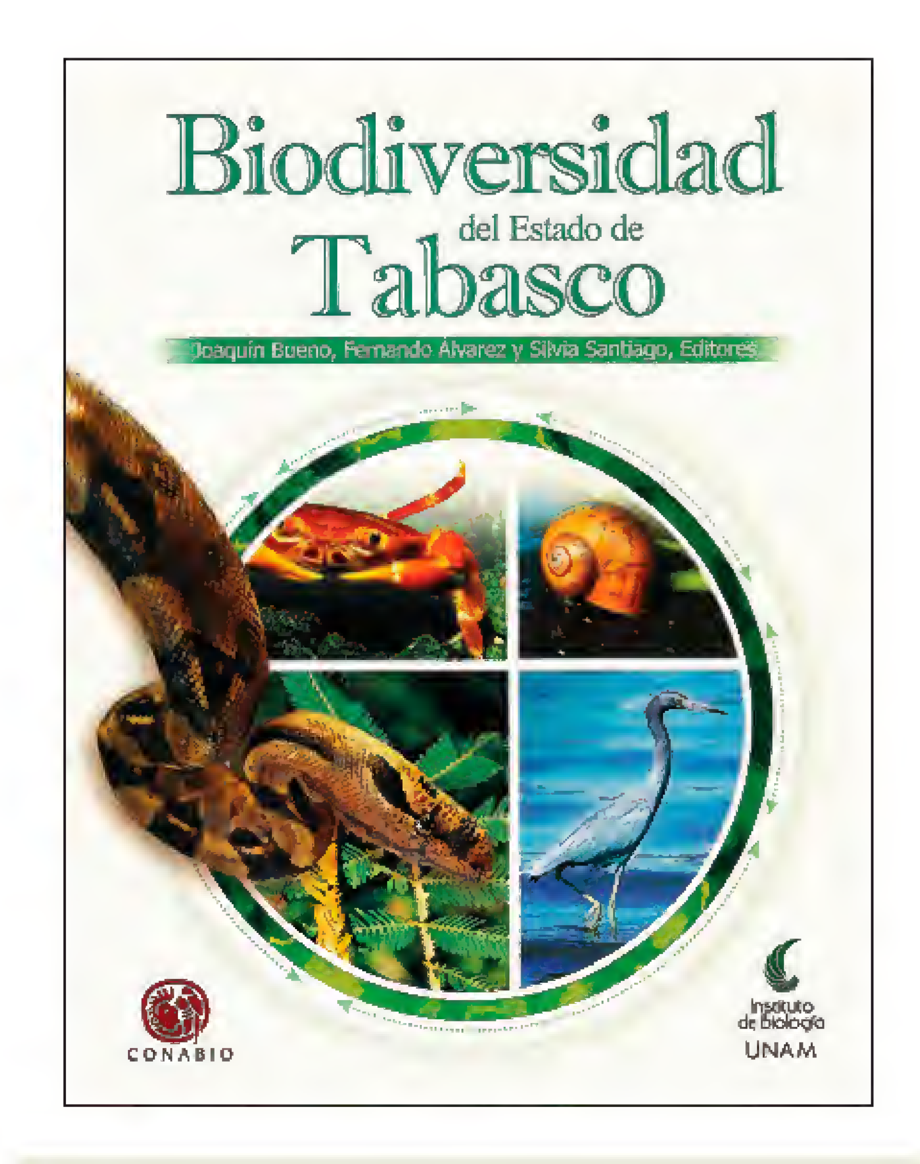
Jalapa. Debido a su alta diversificación morfológica, principalmente en el color de la flor, la "Jalapa", "Jalapa tuberosa" o "Jalapa de Orizaba", *Ipomoea purga*, ha sido descrita con varios nombres científicos. La alta diversificación de una especie puede provocar confusiones en su identificación, sobre todo si no se conoce su nombre científico. La raíz de esta especie es de uso popular en gastronomía; sin embargo, debido a la presencia del compuesto químico jalapina, tiene efectos toxicológicos severos que pueden provocar vómito, diarrea y deshidratación.


Ipomea purga

Biodiversidad del estado de Tabasco

Con la participación de 40 autores, este libro reúne un conjunto de estudios sobre el estado de la diversidad biológica en varias zonas de Tabasco. Consta de 14 capítulos; el primero, Biodiversidad de Tabasco, ofrece una visión general del conocimiento actual de su biodiversidad, y el segundo, Áreas de colecta, reúne los datos sobre las localidades que fueron estudiadas. Le siguen 11 capítulos sobre grupos biológicos definidos: Fitoplancton; Vegetación terrestre; Vegetación acuática; Helmintos. Parásitos de peces dulceacuícolas; Moluscos. Gasterópodos; Crustáceos; Insectos acuáticos; Peces; Anfibios y reptiles; Aves, y Mamíferos, que actualizan el conocimiento sobre cada uno de estos grupos en el estado. Para finalizar se incluye un capítulo sobre Diferenciación ecogeográfica de Tabasco, que analiza el estado desde el punto de vista de la ecología del paisaje.

Esta es una obra de consulta para investigadores o profesionales en estudios del medio ambiente que requieran un marco de referencia preciso para evaluar la biodiversidad del estado de Tabasco y zonas aledañas. Joaquín Bueno, Fernando Álvarez y Silvia Santiago, del Instituto de Biología de la UNAM, son los editores de la obra, coeditada por el propio Instituto y la Conabio.



La CONABIO tiene un centro de documentación e imágenes con libros, revistas, mapas, fotos e ilustraciones sobre temas relacionados con la biodiversidad; más de 3 000 títulos están disponibles al público para su consulta. Además distribuye cerca de 150 títulos que ha coeditado, que pueden adquirirse a costo de recuperación o donarse a bibliotecas que lo soliciten. Para mayor información, llame al teléfono 5528-9172, escriba a cendoc@xolo.conabio.gob.mx, o consulte los apartados de Centro de Documentación y de Publicaciones en la página web de la CONABIO (www.conabio.gob.mx).



COMISIÓN NACIONAL
PARA EL CONOCIMIENTO
Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

SECRETARÍA TÉCNICA: José Luis Luege Tamargo
COORDINACIÓN NACIONAL: José Sarukhán Kermez
SECRETARÍA EJECUTIVA: Ana Luisa Guzmán
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS: Ma. Carmen Vázquez

Registro en trámite.

COORDINACIÓN Y FOTOGRAFÍAS: Fulvio Eccardi ASISTENTES: Thalía Iglesias, Leticia Mendoza
biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
PRODUCCIÓN: BioGraphica DISEÑO: Tools Soluciones Gráficas
TIPOGRAFÍA Y FORMACIÓN: Socorro Gutiérrez CUIDADO DE LA EDICIÓN: Antonio Bolívar
IMPRESIÓN: Artes Gráficas Panorama, S.A. de C.V.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5528-9100, fax 5528-9131, www.conabio.gob.mx